

EDWARD MELLER, ADAM SAMMEL, MARIUSZ SUCHENIA *

**SKŁAD MORFOLOGICZNY I WŁAŚCIWOŚCI NAWOZOWE
KOMPOSTÓW WYTWARZANYCH Z FRAKCJI ORGANICZNEJ
ODPADÓW KOMUNALNYCH W ZAKŁADZIE UTYLIZACJI
ODPADÓW GORZÓW WIELKOPOLSKI**

Słowa kluczowe: komposty, odpady komunalne, właściwości nawozowe

Streszczenie

W pracy scharakteryzowano skład morfologiczny kompostów wytworzonych w latach 2004/05 w ZUO Gorzów Wlkp. z frakcji 16-80 mm odpadów komunalnych. Oceniono ponadto podstawowe właściwości nawozowe tych kompostów: zawartość materii organicznej, węgla organicznego, azotu ogólnego oraz dwie formy makroelementów (rozpuszczalne w HCl o stężeniu $0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ oraz w mieszaninie stężonych kwasów $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$). Przy tym komposty rozdzielono na dwie frakcje o średnicy poniżej i powyżej 1,0 mm. Frakcję o średnicy $> 1,0 \text{ mm}$ stanowiła słabo przetworzona w czasie kompostowania materia organiczna. Przeprowadzone badania wskazują, że pod względem właściwości nawozowych charakteryzowane komposty ocenić należy pozytywnie. Wykazują one ziemistą strukturę, zawierają niewielkie ilości balastu (średnio 7,3%) i są dojrzałe, na co wskazuje wąski stosunek C:N. Przy tym zawierają one znaczne ilości substancji organicznej (średnio 40,5%) i charakteryzują się odczynem zbliżonym do obojętnego. Ponadto zawierają one znaczne ilości makroelementów łatwo rozpuszczalnych (dostępnych dla roślin). Wykazane cechy świadczą o dobrej wartości rolniczej badanych kompostów.

Wstęp

Odpady komunalne dostarczone do Zakładu Utylizacji Odpadów w Gorzowie Wielkopolskim po wstępnej, negatywnej selekcji są przesiewane na sicie bębnowym, które posiada dwie strefy o różnej średnicy oczek: 16 oraz 80 mm. W pierwszej strefie sita oddzielane są (jako frakcja podsitowa) głównie części mineralne odpadów, które służą do formowania przesypki na składowisku. W drugiej strefie sita oddzielane są odpady zawierające znaczne ilości składni-

* Akademia Rolnicza Szczecin; Katedra Gleboznawstwa

ków organicznych. Wydzielona frakcja organiczna (\emptyset 16-80 mm) transportowana jest taśmociągiem, nad którym zainstalowany jest oddzielnik składników ferromagnetycznych, a następnie przekazywana jest do urządzenia rozdrabniającego (kruszarki).

Tak wysegregowane i rozdrobnione odpady organiczne przekazywane są na plac kompostowy, który jest zadaszony, utwardzony i wyposażony w kanały odpowietrzające i zbierające odcieki. W zakładzie stosowany jest pryzmowy proces kompostowania, który trwa około 12 tygodni.

Uzyskany kompost jest uszlachetniany, poprzez kilkietapowe oczyszczanie. Komposty przesiewane są na sicie bębnowym o wielkości oczek 16 mm, a frakcja podsitowa trafia następnie na tak zwany stół balistyczny, gdzie oddzielane są części twarde (kamienie, żwir, ceramika). Dodatkowo kompost jest jeszcze oczyszczany z wykorzystaniem cyklonu.

Celem pracy była ocena wartości nawozowej kompostów wytworzonych w Zakładzie Utylizacji Odpadów w Gorzowie Wielkopolskim z wyselekcjonowanej na sicie bębnowym frakcji 16-80 mm mieszanych odpadów komunalnych.

Metodyka

Materiał badawczy stanowiły próbki uszlachetnionych kompostów (20 próbek) pobieranych co tydzień od 1 listopada 2004 roku do 10 maja 2005 roku. Próbki kompostów doprowadzono do stanu powietrznie suchego, roztarto w moździerzu i rozdzielono na trzy podstawowe składniki: części ziemiste kompostu $\emptyset < 1,0$ mm, cząstki organiczne słabo rozłożone $\emptyset > 1,0$ mm oraz balast (tworzywa sztuczne, szkło, ceramika, części mineralne). Ustalono udział masowy tych składników, przeliczono na procentową zawartość.

Analizom laboratoryjnym poddano zarówno części ziemiste $\emptyset < 1,0$ mm, jak i frakcje o $\emptyset > 1,0$ mm. W celu pełnej charakterystyki kompostu obliczono średnie ważone dla właściwości chemicznych, określonych dla dwóch badanych frakcji kompostu. Oznaczono ilości substancji organicznej jako straty na wyżarzaniu, odczyn, zawartość C, N, a ponadto ilość makroelementów (P, K, Mg, Ca, Na) rozpuszczalnych w HCl o stężeniu $0,5 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, jak i w mieszaninie stężonych kwasów $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$.

Wyniki

Badane komposty wykazują strukturę ziemistą i barwę brunatną. Dominującym ich składnikiem są części ziemiste, stanowią one 56,7% całej masy kompostu (tab. 1). Grubsza frakcja kompostów, o średnicy powyżej 1,0 mm, którą stanowią słabo przetworzone części organiczne, występuje w ilości wynoszącej średnio 36,0%. W najmniejszej ilości występuje balast (średnio 7,3%). Balastu nie rozdzielono na podstawowe składniki, ale tworzyły go głównie tworzywa sztuczne, części mineralne i szkło. Norma branżowa (BN-89/9103-09) wskazywała, że dobrej jakości komposty nie powinny zawierać więcej niż 0,5% szkła. Udział balastu najczęściej wahał się w granicach od 2,6 do 8,4%, tylko w dwóch próbkach kompostów (pobranymi w okresie awarii urządzeń segregujących odpady) zawartość balastu wynosiła 13,5 i 30,9%.

Poszczególne frakcje kompostów wyraźnie różnią się zawartością substancji organicznej, znacznie większe jej ilości (około 2,5-krotnie) stwierdzono w częściach kompostów o średnicy > 1,0 mm (tab. 2). Frakcja > 1,0 mm kompostów charakteryzuje się niewielką gęstością właściwą, nie daje się rozetrzeć w młynku i nie posiada rozpoznawalnej budowy tkankowej. Można sądzić, że poza składnikami organicznymi pochodzenia naturalnego, w pewnej części stanowią tę frakcję również składniki organiczne pochodzenia syntetycznego, co może tłumaczyć znaczną w niej ilość substancji organicznej (oznaczonej jako straty na żarzeniu). Zawartość substancji organicznej w częściach ziemistych wynosi średnio 25,24% i na ogół jest zbliżona do wartości stwierdzanych w podobnych kompostach [Niedźwiecki i in. 2004, Meller i in. 2006].

Tab. 1. Udział procentowy wydzielonych składników badanych kompostów
Table 1. Percentage of separate compost components

Wartość Value	Frakcja < 1,0 mm Fraction < 1,0 mm	Nieprzetworzona materia organiczna kompostu Weakly transformed organic matter	Balast Ballast
Min	44,3	7,5	2,6
Max	70,0	50,2	30,9
\bar{x}	56,7	36,0	7,3
S	7,7	11,0	6,1

Tab. 2. Odczyn oraz zawartość substancji organicznej, węgla organicznego, azotu ogólnego i stosunek C:N w badanych kompostach

Table 2. Reaction, the content of organic matter, organic carbon, total nitrogen and C:N ratio in examined composts

Fracja Fraction (mm)	Wartość Value	Substancja orga- niczna Organic matter (%)	pH w H ₂ O	C	N	C:N
				(g·kg ⁻¹)		
< 1,0 mm	Min	15,21	6,94	97,9	6,11	13,6
	Max	37,62	7,63	184,0	11,90	17,8
	\bar{x}	25,24	-	141,2	8,71	16,3
	S	5,83	-	24,9	1,62	1,2
> 1,0 mm	Min	51,63	7,01	252,3	9,86	20,6
	Max	74,02	7,60	346,1	12,27	33,1
	\bar{x}	64,44	-	303,0	10,86	28,0
	S	5,56	-	25,7	0,68	3,0
Średnia Mean	Min	31,22	-	165,9	7,77	15,9
	Max	50,05	-	237,9	11,08	25,0
	\bar{x}	40,53	-	203,6	9,51	20,8
	S	6,04	-	27,2	1,06	2,0

Średnia ważona zawartość substancji organicznej jest wysoka i waha się od 31,22 do 50,05% (średnio 40,53%). Świadczy to o bardzo dobrej wartości rolniczej tych kompostów. Chwastowska i in. [1993] stwierdziła w kompostach wytwarzanych z odpadów miejskich Warszawy ilości substancji organicznej od 28,4 do 48,3%.

Badane komposty wykazują odczyn zbliżony do obojętnego, charakteryzują się wysoką zawartością węgla organicznego od 165,9 do 237,9 g·kg⁻¹ (średnio 203,6 g·kg⁻¹) oraz azotu ogólnego od 7,77 do 11,08 g·kg⁻¹ (średnio 9,51 g·kg⁻¹). Według normy branżowej BN-89/9103-09 kompost I klasy powinien zawierać powyżej 180 g·kg⁻¹ węgla organicznego i powyżej 8,0 g·kg⁻¹ azotu ogólnego. Kompost wytwarzany w Zakładzie Utylizacji Odpadów w Gorzowie Wielkopolskim na ogół spełnia powyższe wymagania.

Stosunek C:N w badanych kompostach jest wąski i waha się w granicach od 15,9 do 25,0 (średnio wynosi 20,8). Parametr ten służy między innymi do oceny dojrzałości kompostu, a uznaje się powszechnie [Kasprzak 1998, Żygadło 2001, Rosik-Dulewska 2002, Jędrzak i Haziak 2005], że kompost można traktować jako dojrzały, jeśli stosunek C:N jest węższy od 20:1. Badane komposty na ogół spełniają to kryterium.

Tab. 3. Zawartość makroskładników rozpuszczalnych w mieszaninie stężonych kwasów $HNO_3 + HClO_4$ w badanych kompostach

Table 3. Content of macroelements soluble in concentrated $HNO_3 + HClO_4$ mixture in examined composts

Frakcja Fraction (mm)	Wartość Value	P	K	Ca	Mg	Na
		(g·kg ⁻¹)				
< 1,0 mm	Min	2,33	3,95	38,9	2,16	2,28
	Max	3,56	8,48	58,5	4,54	4,81
	\bar{x}	2,96	6,17	47,4	3,28	3,44
	S	0,34	1,25	5,3	0,57	0,67
> 1,0 mm	Min	2,24	7,97	44,9	2,69	4,36
	Max	3,34	11,35	57,0	4,82	6,34
	\bar{x}	2,80	9,01	49,8	3,46	5,30
	S	0,38	0,73	3,3	0,61	0,51
Średnia Mean	Min	2,42	5,58	42,2	2,39	3,34
	Max	3,38	9,75	56,0	4,32	5,19
	\bar{x}	2,87	7,25	48,2	3,34	4,15
	S	0,27	0,99	3,1	0,54	0,55

Komposty wytwarzane w ZUO Gorzów Wlkp. zawierają znaczne ilości makroelementów rozpuszczalnych w HCl o stężeniu 0,5 mol·dm⁻³ (tab. 4), a średnia zawartość tej formy wapnia wynosi 46,0 g·kg⁻¹, potasu 6,16 g·kg⁻¹, sodu 3,69 g·kg⁻¹, magnezu 2,38 g·kg⁻¹ i fosforu 1,53 g·kg⁻¹. Według IUNG [1990] gleby organiczne o bardzo wysokiej zasobności w przyswajalne formy makroelementów powinny zawierać fosforu powyżej 0,525 g·kg⁻¹, potasu powyżej 0,997 g·kg⁻¹ s.m, a magnezu powyżej 1,21 g·kg⁻¹ s.m. Badane komposty w porównaniu z liczbami granicznymi dla oceny zasobności gleb organicznych w przyswajalne dla roślin makroelementy, opracowanymi przez IUNG [1990], zawierają średnio fosforu prawie 3-krotnie, potasu 2-krotnie oraz magnezu ponad 6-krotnie więcej w porównaniu z wartościami granicznymi pozwalającymi zaliczyć gleby organiczne do grupy gleb o bardzo wysokiej zasobności w omawiane makroelementy.

Tab. 4. Zawartość makroskładników rozpuszczalnych w HCl o stężeniu $0,5 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ w badanych kompostach

Table. 4. Content of macroelements soluble in HCl at the concentration $0.5 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ in examined composts

Frakcja Fraction (mm)	Wartość Value	P	K	Ca	Mg	Na
		(g·kg ⁻¹)				
< 1,0 mm	Min	1,00	3,13	36,5	1,55	1,93
	Max	2,02	6,84	53,7	3,12	3,87
	\bar{x}	1,50	5,22	45,2	2,28	2,96
	S	0,27	0,99	5,0	0,41	0,55
> 1,0 mm	Min	0,93	6,59	42,2	2,00	4,01
	Max	1,92	9,77	55,6	3,50	5,65
	\bar{x}	1,55	7,62	47,6	2,54	4,84
	S	0,22	0,72	3,6	0,44	0,50
Średnia Mean	Min	1,18	4,78	39,6	1,78	3,07
	Max	1,98	8,14	51,9	3,04	4,49
	\bar{x}	1,53	6,16	46,0	2,38	3,69
	S	0,19	0,76	3,0	0,38	0,47

Wnioski

1. Części ziemiste są dominującym składnikiem badanych kompostów. Zawierają one jednak również słabo przetworzone w procesie kompostowania cząstki organiczne pochodzenia naturalnego oraz syntetycznego. Balastu stwierdzono średnio 7,3%.
2. Zawartość substancji organicznej w badanych kompostach jest wysoka, co świadczy o dobrej wartości rolniczej tych kompostów.
3. Badany materiał charakteryzuje się wysoką zawartością węgla organicznego oraz azotu ogólnego. Przy tym jest on dojrzały, na co wskazuje wąski stosunek C:N.
4. Komposty wytwarzane w Zakładzie Utylizacji Odpadów w Gorzowie Wlkp. zawierają znaczne ilości makroelementów rozpuszczalnych w HCl o stężeniu $0,5 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, czyli form łatwo dostępnych dla roślin.

Literatura

1. CHWASTOWSKA J., SKALMOWSKI K., STERLIŃSKA E., WOLSKA K., SKWARA W.: *Metale ciężkie i formy ich występowania w kompostach z odpadów miejskich uzyskiwanych według technologii Dano w Warszawie*. Archiwum Ochrony Środowiska, 3-4: s. 251-259. Warszawa 1993
2. IUNG: *Liczby graniczne do wyceny zawartości w glebie makro i mikroelementów*. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Puławy, Seria P(44). Puławy 1990
3. JĘDRZAK A., HAZIAK K.: *Określenie wymagań dla kompostowania i innych metod biologicznego przetwarzania odpadów*. Pracownie Badawczo Projektowe „EKOSYSTEM” Sp z o.o., Zielona Góra 2005
4. KASPRZAK K.: *Założenia teoretyczne i wymogi praktyczne kompostowania odpadów organicznych*. Przegląd komunalny nr. 12, 1998
5. MELLER E., NIEDŹWIECKI E., WOJCIESZCZUK T., MALINOWSKI R., STANKOWSKI S.: *Charakterystyka kompostów wytwarzanych w Zakładzie Odzysku i Składowania Odpadów Komunalnych w Leśnie Górnym*. [W]: *Gospodarka odpadami komunalnymi, Tom II. Monografia* (red. Kazimierz Szymański), s. 101-109, 2006
6. NIEDŹWIECKI E., WOJCIESZCZUK T., MELLER E., NĘDZUSIAK J., ADAMCZEWSKA M.: *Skład morfologiczny i niektóre właściwości chemiczne kompostu wytworzonego z wyselekcjonowanej frakcji organicznej odpadów komunalnych*. Folia Univ. Agric. Stetin., Agricultura 242(98): s.109-114., 2004
7. ROSIK-DULEWSKA Cz.: *Podstawy gospodarki odpadami*. PWN Warszawa 2002
8. ŻYGADŁO M.: *Strategia gospodarki odpadami komunalnymi*. Wyd. PZITS, Poznań 2001

MORPHOLOGICAL COMPOSITION AND FERTILISING PROPERTIES OF COMPOSTS PRODUCED FROM ORGANIC FRACTION OF MUNICIPAL WASTE IN ZUO GORZÓW WIELKOPOLSKI

Key words: composts, municipal wastes, fertilising properties

S u m m a r y

Morphological composition of composts produced from the 16-80 mm fraction of municipal waste in ZUO Gorzów Wielkopolski in the years 2004/2005 has been characterised in this paper. Basic fertilising compost properties have been also analysed: content of organic matter, total nitrogen, two macroelement forms (soluble in HCl at the concentration $0.5 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ and in concentrated $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ mixture). Compost were divided into two fractions with a diameter of below and above 1.0 mm. The fraction $> 1.0 \text{ mm}$ consisted of weakly transformed organic matter. Conducted studies show that as far as fertilising properties are concerned these composts should be assessed as positive. They have earthy structure, a slight amount of ballast (7.3% on the average) and are mature as it can be seen from the narrow C:N ratio. There is a considerable amount of organic matter (40.5% on the average) and almost neutral reaction. Besides, there are considerable resources of easily soluble macroelements (available to plants). These properties indicate a good agricultural value of the examined composts.